Aus der Klinik und Poliklinik für Mund- und Zahnkrankheiten der Universität Rostock.
Direktor: Professor Dr. med. et phil. et med. dent. h. c. H. Moral.

Untersuchungen an künstlichen Zähnen.

Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Claus Witt
aus Berlin.

Rostock
Carl Hinstorffs Hofbuchdruckerei
1929

Referent: Prof. Dr. med. et phil. et med. dent h. c. H. Moral.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern.

Das Bestreben, künstlichen Zahnersatz zu schaffen, reicht weit ins Altertum zurück[1]). Zunächst war es nur ein Streben, Lücken, die durch Zahnverlust entstanden waren, mit mehr oder minder gutem kosmetischem Effekt zu decken. So weiß man aus Funden in Sarkophagen, daß schon die alten Ägypter es verstanden, Zahnersatz zu schaffen, indem sie roh zahnähnliche Gebilde aus Holz schnitzten.

Auch von den Griechen und Römern weiß man, teils aus Funden, teils aus schriftlicher Überlieferung — Martial z. B. spottet über die künstlichen Zähne der römischen Frauen —, daß künstliche Zähne angefertigt und getragen wurden. Es waren dies meist Zähne Verstorbener, die mit Haaren oder Draht an den Nachbarzähnen befestigt wurden.

Eine erhebliche Zunahme des Bedarfs an künstlichen Zähnen fällt in das XVIII. Jahrhundert. Man suchte nach allen möglichen Mitteln, den Verlust der eigenen Zähne durch mehr oder minder geeigneten Ersatz zu decken. Außer den Menschenzähnen, die teils die Anatomie, teils der Totengräber lieferte, verarbeitete man Rinder-, Pferde-, Hunde- und Rehzähne, auch wurden aus Knochen oder Elfenbein ganze Platten gefertigt, an denen die Zähne befestigt oder direkt angeschnitzt wurden. Um ihnen die entsprechenden Farben zu verleihen, wurden sie gebeizt. Doch wurden sie im Munde rasch mißfarben und riefen durch ihre Zersetzung schlechten Geschmack und üblen Mundgeruch hervor. Auch wird von mancherlei Krankheiten berichtet, die durch diesen Ersatz entstanden sind, hervorgerufen teils durch die Zersetzungsprodukte dieser organischen Substanzen, teils durch direkte Übertragung der Krankheitskeime.

Die ersten Versuche, einen künstlichen Zahn zu schaffen, der widerstandsfähig gegen die Mundflüssigkeiten und gegen Fäulnis war, wurden in Frankreich unternommen. Zuerst stellte man Mitte des XVIII. Jahrhunderts Zähne her, die aus einem mit einem Glasfluß überzogenen Kupferkern bestanden. Wer der eigentliche Erfinder des einheitlichen Mineralzahnes

---

[1]) Die folgenden geschichtlichen Angaben sind entnommen aus: Blau, Geist-Jakobi, Irvin, Markuse und Moral.

ist, ist schwer festzustellen. Die Wahrscheinlichkeit spricht für den Apotheker Duchâteau in Paris. Dieser war mit einer Elfenbeinprothese, die er selbst trug, unzufrieden, und kam auf den Gedanken, sich in der Porzellanmanufaktur von Guérard in Paris eine Porzellanprothese nach dem Muster seiner Elfenbeinprothese anfertigen zu lassen. Dieser Versuch fiel über alles Erwarten gut aus. Das Ergebnis soll er schon 1776 der chirurgischen Akademie mitgeteilt haben. Später soll dann der französische Zahnarzt N. Dubois de Chémant das Verfahren aufgegriffen und praktisch verwertet haben.

Nach anderer Darstellung (Hentze) ist Chémant als der Erfinder anzusehen. Er veröffentlichte im Jahre 1797 eine „Dissertation über künstliche Zähne und die Vorzüge von Mineralzähnen über Zähne aus animalischen Substanzen, in Verbindung mit Ratschlägen für Mütter und Kinderpflegerinnen, in Betreff der Verhütung und Heilung der mit der ersten Dentition verbundenen Krankheiten". Irvin scheint diese Arbeit zur Verfügung gehabt zu haben und gibt einen ausführlichen Bericht. Chémant erklärt sich darin als Erfinder der „Mineralpasta", wie er seine Erfindung nennt, und gibt an, daß dieselbe nicht angreifbar sei, „es sei denn durch Feuersglut, welch letztere alsdann Verglasung erzeugen würde". Aus dieser Mineralpasta wurden nicht nur künstliche Zähne gefertigt, sondern auch ganze Platten. Ja, es wird sogar von einem Fall berichtet, wo sie als Ersatz der Unterlippe und des Kinns diente. Auch zur Deckung von Gaumendefekten soll sie verwandt worden sein.

Chémant erhielt von Ludwig XVI. ein Patent auf seine Erfindung. Er begab sich später nach England, wo er auch ein Patent auf 12 Jahre erhielt. Duchâteau, der das Recht der Priorität für sich in Anspruch nahm, soll einen Prozeß gegen Chémant angestrengt und verloren haben.

Vielfach wird auch der Italiener Giuseppangelo Fonzi als Erfinder des künstlichen Mineralzahnes angesehen, doch war er nur der erste, der Einzelzähne herstellte.

Plantou brachte als erster die künstlichen Zähne nach Amerika. Die Fabrikation wurde dort von Peale aufgenommen, den man wohl als Erfinder des modernen Flachzahnes ansprechen darf. Auch sollen die deutschen Emigranten Sörmann, Behringer und der Keramiker Beckers nach Hentze ein gut Teil zur Vollendung des Kunstzahnes beigetragen haben.

1825 stellte Samuel W. Stockton (Philadelphia) künstliche Zähne für den eigenen Bedarf her, die er auch in den

Handel brachte. Im Jahre 1845 taten sich dann S. S. White, Jones und Curdy zusammen, aus welcher Vereinigung später die Firma S. S. White hervorging, die mit der Firma C. Ash, Sons & Co., London, bis zu Ende des XIX. Jahrhunderts den Bedarf an künstlichen Zähnen deckte.

In Deutschland wurden auch vereinzelt künstliche Zähne hergestellt, hier ist Thiesseng, Zahnarzt zu Rostock, zu nennen, der sowohl für den eigenen Bedarf wie auch für Kollegen Zähne brannte. Ferner soll Hermann Simon, Zahnarzt zu Hildburghausen, eine Zahnfabrik unterhalten haben.

Zu Anfang dieses Jahrhunderts brachte dann die Firma De Trey eine erhebliche Menge künstlicher Zähne auf den Markt, die sich rasch durchsetzen konnten, so daß dieseFirma heute das Hauptkontingent an künstlichen Zähnen stellt. Von weiteren Zahnfabriken in Deutschland, die sich Geltung zu schaffen vermochten, sind unter anderen die Fabriken von Wilde (Wiesbaden), Wienand & Söhne (Sprendlingen), Kügemann (Nürnberg), C. M. Hutschenreuther, Zahnfabrik Germania und die Hiltebrandtzahnfabrik zu nennen.

Als der Krieg ausbrach und die deutschen Zahnärzte nur auf die Erzeugnisse des Inlandes angewiesen waren, wuchs die Produktion des deutschen künstlichen Zahnes enorm. Unter den ungünstigsten Verhältnissen haben es die deutschen Zahnfabriken verstanden, die Zahnärzte mit einem Material zu beliefern, das zwar nach dem heutigen Standpunkte nicht einwandfrei, aber doch immerhin brauchbar war. Freilich sind ihnen die ausländischen Fabrikate kurz nach dem Kriege weit an Erfahrung und Güte des Materials voraus gewesen, so daß sie der ausländischen Konkurrenz unterlagen.

Nachdem die Fabrikation der Zähne nicht mehr von den einzelnen Zahnärzten betrieben wurde, kümmerte man sich wenig mehr um ihre Zusammensetzung, die nun nicht mehr von den Fabriken zu erfahren ist und ängstlich als Fabrikgeheimnis bewahrt wird.

Versuche liegen nur wenige vor. Im allgemeinen wird auf die von Blau angegebene Zusammenstellung zurückgegriffen, der als wesentliche Bestandteile Feldspat, Quarz und Kaolin anführt. Die Färbung erfolgt durch Metalloxyde, deren Träger der Feldspat ist. Nach Hentze spielt das Kaolin eine untergeordnete Rolle, der wesentliche Bestandteil soll der Feldspat sein, Kaolin kann ganz in Fortfall kommen. Demnach würden die künstlichen Zähne dem Hartglas wesentlich näher stehen als dem Porzellan. Zweifelsohne dürften aber die Duchâteau-

zähne noch echtes Porzellan gewesen sein. Interessant ist, daß in dem Bericht der Académie des Sciences vom 10. Juni 1783 über die von Chémant erfundene Masse gesagt wird, daß sie leichter sei als Porzellan, leichter als die leichteste Sèvres-Sorte. Worauf diese Erscheinung zurückzuführen ist, ist nicht erwähnt. Demnach kann man wohl annehmen, daß schon Chémant bereits von der echten Porzellanmasse abgewichen ist.

Nachdem nun so wenig über die Zusammensetzung der künstlichen Zähne bekannt ist, ist es verständlich, daß es mit wesentlichen Schwierigkeiten verbunden, ja unter Umständen unmöglich ist, die einzelnen Fabrikate voneinander zu unterscheiden. Vor dem Kriege war der Praktiker noch meist imstande, die einzelnen Zähne, vor allem die der hauptsächlichsten Firmen, wie S. S. White, Ash und Justi und die wenigen deutscher Herkunft, auseinander zu halten. Vom Ashzahn z. B. wußte man, daß er eine relativ homogene Struktur und eine glatte Oberfläche besaß. Seine Polierfähigkeit mit Holzrad oder Bimsstein wird im Gegensatz zu der des White- oder Justizahns stets hervorgehoben.

Heute nachdem von einer weitaus größeren Anzahl von Fabriken eine Unmenge verschiedenartiger Formen und Verankerungsarten produziert werden, sind wir kaum in der Lage, die Zähne nach ihrer Herkunft genau zu identifizieren. Im Folgenden soll nun der Versuch gemacht werden, die bis jetzt bekannten hauptsächlichsten Unterscheidungsmerkmale zusammenzufassen und teilweise durch neue Versuche zu ergänzen.

Zunächst kann man die Zähne in 3 Gruppen einteilen. Die Zähne älterer Herkunft bestehen meist aus einem Kern, der aus einer festeren, weniger transparenten Masse besteht, und dem sogenannten Mantel, der aus einer weniger festen und transparenten Masse besteht. Diese Art der Herstellung die an das Prinzip der Porzellanfabrikation erinnert, findet man meist bei den amerikanischen Zähnen. Daher bezeichnet man diese Art als amerikanischen Typus.

Die zweite Art besteht aus einer einheitlichen Masse, die nur in den verschiedenen Abschnitten verschieden gefärbt ist. Dieser Typ wird als englisch bezeichnet, da er von der in England maßgebenden Zahnfabrik C. Ash & Sons, London, am meisten ausgebaut und auf den Markt gebracht worden ist.

Eine dritte Art wird besonders an deutschen Zähnen gefunden. Hier besteht der Zahn aus einer Schneidkanten- und

aus einer Wurzelmasse, wobei die Schneidekantenmasse einen niedrigeren Schmelzpunkt als die Wurzelmasse besitzt.

Diese Tatsachen lassen sich an Schliffen mit der Lupe oder besser noch mit dem Mikroskop zum Teil nachweisen (Moral).

Moral stellte derartige Innenkörper an folgenden Fabrikaten fest:

1. bei den Zähnen von S. S. White,
2. bei einigen Präparaten von De Trey,
3. bei den Zähnen der Firma Justi,
4. bei den Blockzähnen von Sibbley,
5. bei den ältesten deutschen Zähnen,
6. bei den New-Departure-Zähnen,
7. bei den alten französischen Zähnen.

Eine andere Unterscheidungsmöglichkeit bietet eventuell der Nachweis von Sillimanitkristallen. So enthalten z. B. die Duchâteauzähne derartige Kristalle, woraus hervorgeht, daß dieser Zahn Kaolin enthält und bei einer Temperatur von mindestens 1400 Grad gebrannt wurde, da sich erst bei dieser Temperatur die Kristalle aus der Tonsubstanz bilden. Wie schon erwähnt, haben wir ja in dem Duchâteauzahn wahrscheinlich noch einen echten Porzellanzahn vor uns.

Später scheint sich dann die Zusammensetzung der künstlichen Zähne erheblich von der Zusammensetzung des Porzellans entfernt zu haben. Nach den Untersuchungen von Willy Schröder an Dünnschliffen enthalten noch heute (besonders die deutschen) Fabrikate Sillimanitkristalle, doch sind diese wahrscheinlich durch den Zusatz feingemahlenen gebrannten Porzellans in die Masse hineingekommen. Daß die Sillimanitkristalle nicht aus der Zahnmasse entstanden sind, ist meist leicht dadurch zu beweisen, daß die verwandten Krampons niemals die zur Bildung dieser Kristalle notwendige Temperatur vertragen würden.

Willy Schröder stellte an Dünnschliffen bei folgenden Fabrikaten Porzellanscherbchen fest:

An einem Zahn mit Goldkrampon „Solidgold“ der Firma Germania,
an dem Zahnanteil eines diatorischen Blocks von Kügemann,
an einem Universalzahn der Firma Biber (zahlreich),
an einem Zahn mit unechtem Stift der Firma Wieland. Pforzheim,

an dem Zahnanteil eines Platinkramponblocks der Firma S. S. White.

Ob ein Zahn aus Massen verschiedener Brenntemperatur besteht, ist nach Moral relativ einfach nachzuweisen. Bestreicht man die Oberfläche eines Zahnes mit einem möglichst harten Bleistift, so kann man unter Umständen die Beobachtung machen, daß die Graphitpartikelchen verschieden stark haften. Der Grad des Haftens ist naturgemäß von der Beschaffenheit der Zahnoberfläche abhängig.

Werden Massen verschiedenen Schmelzpunktes bei gleicher Temperatur gebrannt, so bleibt stets die Masse mit dem höheren Schmelzpunkt rauher und bedingt so ein intensiveres Haften der Graphitpartikel. Nie wurde eine Oberfläche beobachtet, die so glatt war wie Glas, stets fanden sich kleine Unebenheiten, die sich mit Graphit beluden. Bestreicht man so den ganzen Zahn gleichmäßig, kann man sogar manchmal die Übergangsstelle der beiden Massen feststellen.

Auf diesen Untersuchungen von Moral aufbauend, machten wir folgende Versuche: Die Oberflächen der zur Verfügung stehenden Zähne wurden mit einer Bleifeder bestrichen, bis keine Graphitpartikel mehr an der Oberfläche hafteten. Nachdem der lose aufliegende Überschuß durch Blasen entfernt war, zeigte sich, daß die einzelnen Fabrikate recht erhebliche Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit aufweisen. Man sieht, daß die Ash-Röhrenzähne und Platin-Alloy-Zähne von den vorliegenden Fabrikaten die glatteste Oberfläche besitzen und somit am wenigsten Graphit annehmen. Der Grad des Haftens der Partikelchen steigert sich bei den einzelnen Fabrikaten in folgender Reihenfolge:

1. Ash-Röhrenzähne,
2. Ash-Platin-Alloy-Zähne,
3. Ash-Platinzähne,
4. White-Platinzähne,
5. Goldknopfzähne der Firma Hutschenreuther,
6. Saxonia-Edelzähne der Firma Hutschenreuther,
7. Park-Pinlesszähne,
8. Kügemann-Platinzähne,
9. Kügemann-Palladiumzähne,
10. Hiltebrandtzähne,
11. Ramcozähne,
12. Solozähne der Firma Wienand,
13. Solilazähne der Firma De Trey,
14. Gibraltarzähne der Firma S. S. White,
15. Wiscozähne der Firma Wienand.

Die Grenze der verschiedenen Massen ist sehr gut bei dem Saxo-Edelzahn festzustellen, die Grenzen verlaufen gleich den bei den späteren Untersuchungen unter der Hanaulampe gefundenen Grenzen. Bestreicht man die Oberfläche eines Ramcozahnes, so ist deutlich eine langsam verlaufende nach dem Halse zu intensiver werdende Schwärzung zu beobachten. Das gleiche Bild zeigten der Gibraltar- und der Park-Pinless-Zahn.

Die seitlichen Grenzen, die ebenfalls unter der Hanaulampe deutlich hervortreten, konnte man mit dieser Methode bei den eben genannten Zähnen gut kenntlich machen. Bei dem Hiltebrandt-Zahn, bei dem die verschiedenen Massen schon ohne Hilfsmittel mit dem bloßen Auge gut zu erkennen waren, nimmt der gelbe Kern erheblich mehr Graphitpartikelchen an, als der blaue Mantel.

Die Intensität des Haftens ist bei den einzelnen Fabrikaten so verschieden, daß bei den erst genannten Zähnen die Bleifederstriche spielend leicht mit dem feuchten Finger zu entfernen waren, während bei den letztgenannten Fabrikaten (Gibraltar- und Wisco-Zähnen) die Graphitpartikelchen erst mit Hilfe eines Radiergummis restlos entfernt werden konnten.

Das Bestreichen der Zähne mit Rot- oder Blaustift ergab das gleiche Bild.

Ähnlich sind die Verhältnisse, wenn man die Oberfläche der Zähne mit einem Aluminiumstift beschreibt. Auch hier kann man Unterschiede im Haften der Partikelchen wahrnehmen. Man findet, daß die Zähne, die mit hoher Temperatur gebrannt wurden (meist kramponlose oder Platinkrampon-Zähne) eine relativ glatte Oberfläche besitzen, und somit das Aluminium wie das Graphit schlecht annehmen. Zeigen Zähne, die bei geringer Temperatur gebrannt wurden, eine verhältnismäßig glatte Oberfläche, so ist dies wohl durch einen hohen Gehalt an Flußmitteln bedingt. So deutlich wie bei dem Beschreiben mit Graphit sind die Unterschiede bei dem Beschreiben mit dem Aluminiumstift nicht. Irgendwelche wesentliche Unterschiede zwischen dem Bestreichen mit Aluminium oder Graphit sind nicht festzustellen gewesen. Nur läßt sich das Aluminium im allgemeinen schwerer entfernen.

Die mit Aluminium bestrichenen Zähne lassen sich evtl. in drei Gruppen einteilen. Zu der ersten gehören:

1. Ash-Röhrenzähne,
2. Ash-Platin-Alloyzähne,

3. Ash-Platinzähne,
4. White-Platinzähne.

Auf diesen Zähnen haften die Aluminiumpartikel sehr schlecht und sind leicht mit dem Finger zu entfernen.

Gruppe zwei:

1. Goldknopfzähne der Firma Hutschenreuther,
2. Saxonia-Edelzähne der Firma Hutschenreuther,
3. Park-Pinless-Zähne,
4. Kügemann-Platinzähne,
5. Kügemann-Palladiumzähne,
6. Hiltebrandtzähne.

Bei dieser Gruppe hafteten die Partikel stärker und waren schwerer mit dem feuchten Finger zu entfernen.

Bei der letzten Gruppe:

1. Ramcozähne,
2. Solozähne der Firma Wienand,
3. Solilazähne der Firma De Trey,
4. Gibraltarzähne der Firma S. S. White,
5. Wiscozähne der Firma Wienand,

hafteten bei relativ geringem Druck die Partikel so stark, daß sie restlos nur mit einem Radiergummi zu entfernen waren.

So groß, daß sie als unbedingtes Merkmal anzugeben wären, sind die Unterschiede bei den einzelnen Fabrikaten nicht, aber als Vergleichsmittel wird diese Methode sicherlich gute Dienste leisten.

Um festzustellen, ob ein Zahn mit einfachen oder zusammengesetzten Stiften versehen ist, versuchten wir die Verankerung durch Röntgenaufnahmen nachzuweisen.

Die Zähne wurden in Gruppen zu drei oder vier auf einer rosa Wachsplatte senkrecht aufgestellt und zwei Zentimeter von der Röntgenröhre entfernt belichtet.

Zur Untersuchung gelangten folgende Fabrikate:

1. Solozahn (Wienand),
2. Zahn mit Platinstiften (Kügemann),
3. Palladiumzahn (Kügemann),
4. Gibraltarzahn (S. S. White),
5. Block mit Platinstiften (Justi),
6. Saxo-Edelzahn (Hutschenreuther),
7. Wiscozahn (Wienand),
8. Block mit Platinstiften (S. S. White),
9. Vitazahn (Hiltebrandt),
10. Saxo-Goldzahn (Hutschenreuther),
11. Zahn mit Platinstiften (Ash),
12. Platin-Alloyzahn (Ash),

13. Solila-Goldknopfzahn (De Trey),
14. Zahn mit Platinstiften (S. S. White),
15. Ramco-Goldknopfzahn (Ramsperger).

Mit dieser Methode ist deutlich zu erkennen, daß die Zähne: 1, 6, 9, 10, 13, 15 zusammengesetzte, und die Zähne 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 14 einheitliche Stifte haben.

Es bietet sich ein mannigfaltiges Bild der Stiftverankerungen, so daß die Idee nahe liegt, daß auch unter den zusammengesetzten Stiften Unterschiede bei den verschiedenen Fabrikaten festgestellt werden könnten. Doch da man weiß, daß die eingebrannten Platinhülschen von einer Fabrik geliefert werden, so werden die verschiedenen Formen wohl auf eine Deformation beim Einbringen des Stiftes in die Platinhülse zurückzuführen sein.

Was die Lage der Krampons zueinander betrifft, so sind auch hier Unterschiede festzustellen. Wir fanden, daß der Abstand von der Zahnseite zu den Krampons meist gleich dem Abstand der beiden Krampons voneinander ist. Auffallend weit ist der Abstand zwischen den Krampons bei dem Palladiumzahn von Kügemann und bei dem Saxo-Goldzahn. Dagegen ist der Abstand der Krampons voneinander bei dem Zahn mit Platinstiften der Firma Kügemann geringer als der Seitenabstand.

Die Tiefe der Stifte in der Zahnmasse ist auch verschieden. Bei Nr. 1, 2, 4, 7, 12, 13 und 14 liegt die tiefste Stelle des Stiftes etwa im ersten Drittel des Abstandes zwischen Frontseite und Rückenfläche des Zahnes. Die Stifte der Zähne Nr. 3, 6, 9, 11 und 15 reichen etwa bis zur Mitte. Tiefer als bis zur Mitte war keiner der Stifte versenkt. Auffallend nahe an der Rückenfläche sind die Platinhülschen des Solila-Goldknopfzahnes.

Bei den Blockzähnen kommen zwei Stifte auf den ersten Schneidezahn und nur ein Stift auf den zweiten Schneidezahn. An dem Justiblock sind die Stifte am ersten Schneidezahn weitgestellt, so daß die Verteilung auf die Gesamtmasse eine ziemlich gleichmäßige ist. Bei dem Whiteblock ist der Abstand der Stifte bei dem ersten Schneidezahn wie bei einer Einzelfacette und der dritte Stift liegt in der Mitte des zweiten Schneidezahnes.

Ein Röntgenbild zur Beobachtung des Durchdringungsvermögens der Röntgenstrahlen fertigten wir auch an. Die Zähne wurden auf einer schwarzen Wachsplatte in folgender Reihenfolge aufgesteckt und in 10 cm Abstand der Röhre photographiert:

1. natürlicher Zahn,
2. Saxo-Goldzahn (Hutschenreuther),
3. Ramcozahn (Ramsperger),
4. Saxo-Edelzahn (Hutschenreuther),
5. Vitazahn (Hiltebrandt),
6. Steele (The Columbus Dental Mfg. Eigent. De Trey),
7. Solozahn (Wienand),
8. Park-Pinless-Zahn,
9. Solilazahn (The Dentist's Supply Co. Eigent. De Trey),
10. Gibraltarzahn (S. S. White),
11. Block mit Platinstiften (H. D. Justi & Sons),
12. Platin-Alloyzahn (C. Ash Sons & Co.),
13. Zahn mit Platinstiften (C. Ash Sons & Co.),
14. Wiscozahn (Wienand),
15. Palladiumzahn (Kügemann),
16. Zahn mit Platinstiften (Kügemann),
17. Zahn mit Platinstiften (S. S. White),
18. Block mit Platinstiften (S. S. White),
19. Dowel Crown (Ash).

Die Zähne Nr. 2a, 6a, 9a, 13a und 17a sind gleiche Zahnsorten wie die darüber befindlichen Zähne, aber mit extremem Farbunterschiede dunkler. Man sieht deutlich, daß die Farbgebung keine Rolle beim Durchdringungsvermögen der Röntgenstrahlen spielt. Wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Fabrikaten sind hier nicht zu erkennen. Man sieht nur ein deutliches Dunklerwerden bei Massenzunahme des Zahnes. Besonders deutlich ist diese Tatsache bei Nr. 9 und 9a (Solila) zu beobachten, wo der Zahn 9a wesentlich dunkler gefärbt ist, aber auf der Röntgenaufnahme wesentlich heller erscheint, da er um ein Geringes kleiner ist.

Manche Fabriken haben an ihren Zähnen Signaturen angebracht. Ist ein Zahn mit einer solchen Signatur versehen, so ist er naturgemäß leicht zu identifizieren. Teilweise sind diese Zeichen aber durch den Brand so verschwommen, daß sie nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen sind. Die außer den spezifischen Zeichen vorhandenen Zahlen sind zur Bezeichnung der betreffenden Form oder Farbe, die nur für die Fabrik von Interesse sind, eingebrannt.

So zeichnet die Firma Hutschenreuther ihre Saxoniazähne mit einem gleichseitigen Dreieck, das bei einem Satz Saxonia-Edelzähne an der schrägen Wurzelfläche sämtlicher Zähne festgestellt wurde. Bei einem Satz Saxo-Goldzähne ist es auf

der Rückenfläche an der rechten oberen Ecke nebst einer Zahl angebracht.

Bei den Goldknopfzähnen der Firma Ramsperger fanden wir unter der Zahl, die auf der schrägen Wurzelfläche ist, einen Punkt, eine Signatur, die jedoch nicht bei allen Zähnen dieser Firma durchgeführt ist. Auf der Rückenfläche ist in der Mitte oberhalb der Krampons eine Vertiefung festzustellen, die man zuerst als Zufallsprodukt ansieht. Doch tritt sie mit einer solchen Regelmäßigkeit auf, daß man sie wohl auch als Zeichen angeben kann.

Bei einigen Vitazähnen ist in der Mitte der Rückseite zwischen den Krampons ein kleines H eingebrannt, doch ist dies, wie uns Herr Dr. Hiltebrandt liebenswürdigerweise mitteilte, wegen technischer Schwierigkeiten nicht bei allen Vitazähnen durchgeführt.

Die Firma Wienand & Söhne, Sprendlingen, zeichnet ihre Fabrikate mit einem großen W, und zwar konnte es bei einem Solo-Goldknopfzahn unterhalb der auf der schrägen Wurzelfläche angebrachten Zahl festgestellt werden. Bei einem Satz Wiscozähne war es nur auf dem linken mittleren Schneidezahn, hier auch auf der schrägen Wurzelfläche vorhanden, die anderen Zähne waren nur mit Zahlen versehen.

Die Solilazähne der Firma De Trey sind mit einem Punkt oder einem Halbmond oder beidem versehen. Diese Signatur ist auch auf der schrägen Wurzelfläche angebracht.

Bei den Gibraltarzähnen der Firma S. S. White konnten wir nur, ähnlich wie bei den Ramcozähnen einen Punkt unterhalb der Zahl angebracht finden.

Der Block mit Platinstiften der Firma H. D. Justi & Sons ist mit einem sternartigen Gebilde versehen, die Blocks von Gideon Sibbley mit einem G. S.

Die Platin-Alloyzähne der Firma C. Ash & Sons sind auf der Rückseite oberhalb der Krampons mit einem Pa bezeichnet, das mit schwarzer Farbe aufgebrannt zu sein scheint. Die schräge Wurzelfläche trägt eine Nummer. An den Platinzähnen der gleichen Firma ist keinerlei Signatur nachzuweisen.

Die Firma Kügemann, Nürnberg, zeichnet ihre Fabrikate mit einem N. K. an der Wurzelfläche der linken Eckzähne. An den Palladiumzähnen der gleichen Fabrik wurde an der Wurzelfläche eine nur kaum erkennbare Zahl gefunden. Das für diese Fabrik typische Zeichen konnte bei dieser Zahnsorte nicht festgestellt werden.

An den linken Eckzähnen der Firma S. S. White ist das bekannte S. S. W. zu finden. Sonst sind die Zähne dieser Firma an den großen, fast die ganze Wurzelfläche ausfüllenden Zahlen zu erkennen. Die Platinkramponblöcke dieser Firma sind ebenso gezeichnet, auch an ihnen fallen die enorm großen Zahlen auf.

Auf beigefügter Aufnahme versuchten wir einige der oben angeführten Signaturen photographisch darzustellen. Die Aufnahmen der Signaturen zeigen die Zähne unter einer Lupe aufgenommen mit einer Schneiderlinse f 4,5, abgeblendet auf 25. Um die Signaturen einigermaßen plastisch darzustellen, wurden die Zähne von einer Bogenlichtlampe seitlich beleuchtet [2]).

Ferner stellten wir mit Hilfe der Mohs'schen Härteskala die Härte der künstlichen Zähne fest. Orthoklas (Härte 6) wurde von sämtlichen Fabrikaten geritzt. Der umgekehrte Versuch, mit dem Orthoklas die Zähne zu ritzen, verlief negativ. Die nächste Stufe (Quarz, Härte 7) wurde von keinem Fabrikat geritzt. Ein Unterschied in der Härte der verschiedenen Fabrikate konnte mit dieser Methode nicht festgestellt werden. Da die untersuchten Zähne bei ganz verschiedener Temperatur gebrannt wurden, hätte man sich evtl. einen Erfolg davon versprechen können, doch ist diese Härtebestimmung derart grob, daß selbst große Härteunterschiede nicht festzustellen sind. Eine Untersuchung der Schleifhärte wird vielleicht günstigere Ergebnisse bringen, doch war uns leider keine derartige Apparatur zugänglich.

Der mit Quarz auf dem Zahn erzeugte Riß breitete sich nicht weiter aus. Da man weiß, daß die Zähne nach Entnahme aus dem Brennofen an der Luft gekühlt werden, wäre evtl. eine große Oberflächenspannung und damit eine Ausbreitung des Risses zu erwarten gewesen.

Ganz eigentümliche Bilder zeigen einige Zähne beim Betrachten im ultravioletten Licht. Für nachstehende Untersuchungen verwandten wir eine „Analysen-Quarzlampe" der Hanau-Quarzlampengesellschaft G. m. b. H., die das ultraviolette Licht etwa zwischen 300 und 400 μμ isoliert, wobei der Hauptteil auf die Linie 366 μμ entfällt. Da die sekundäre Lichtentsendung von der erregenden Strahlung abhängig ist, muß natürlich die Bestrahlung stets die gleiche sein, um

[2]) Diese, sowie drei weitere Abbildungen liegen der Originalarbeit bei. Diese befindet sich bei den Promotionsakten auf der Universität zu Rostock. Die Abbildungen werden im Laufe des nächsten Jahres in einer Arbeit veröffentlicht werden.

gleiche Werte zu erhalten. — Da es praktisch unmöglich ist, die Strahlen einer einzigen Wellenlänge zu verwenden, so muß versucht werden, den Strahlungsbereich möglichst einzuschränken. Hierzu wird von der Hanauer Quarzlampengesellschaft als Filter das sogenannte Schwarzglasfilter aus Nickeloxydglas in die Untersuchungslampe eingebaut. Für eine gleichmäßige Beleuchtung garantiert ein Quarzquecksilberbrenner, der auch bei längerer Beleuchtungsdauer ein gleichmäßiges Licht spendet.

Diese Untersuchungen im ultravioletten Licht gewannen erst praktische Bedeutung, als H. Lehmann im Jahre 1910 zeigte, daß an verschiedenen Stoffen, die von ultraviolettem Licht beleuchtet werden, Leuchterscheinungen zu beobachten sind, wenn alles beigemischte sichtbare Licht durch geeignete Filter entfernt wird. In den Jahren 1912—15 sind grundlegende Untersuchungen mit dem Luminescenzmikroskop gemacht worden. Besonders sind es französische Forscher, die auf diesem Gebiet wertvolle Arbeiten geliefert haben (Dankwortt). Die Hanauer Analysen-Quarzlampe ist zuerst von L. J. Busse beschrieben worden in einer Broschüre: „Ultraviolette Strahlen und ihre Eigenart". Eine äußerst klare und übersichtliche Darstellung der Hanaulampe und ihrer Verwendungsmöglichkeiten gibt Danckwortt in seiner „Luminescenz-Analyse".

Bei Patienten, die mit ultraviolettem Licht bestrahlt wurden, machte man zuerst die Entdeckung, daß die künstlichen Zähne sich in diesem Licht wesentlich von den natürlichen unterschieden. Die natürlichen Zähne zeigen eine recht intensive bläulich-weiße Luminescenz, während die meisten künstlichen Zähne stumpf braun aussehen.

Zur Untersuchung verwendeten wir einen natürlichen Zahn zum Vergleich und 23 künstliche Zähne von 10 verschiedenen Fabriken in der gleichen Reihenfolge wie bei der Röntgenaufnahme. Diese Reihenfolge kam dadurch zustande, daß versucht wurde, die Zähne nach ihrer Farbtönung unter der Hanaulampe zu ordnen, doch ergab sich, daß bei den einzelnen Fabrikaten gleicher Herkunft aber verschiedener Färbung (bei natürlichem Licht) der Unterschied unter der Hanaulampe so groß ist, daß diese Anordnung praktisch wertlos wurde.

Sämtliche Zähne montierten wir auf eine schwarze Wachsplatte, die unter der Untersuchungslampe weiß aussah. Trotzdem unbedingt davon abgeraten werden muß, als Unterlage Körper zu nehmen, die selbst, wenn auch nur geringe, Lu-

minescenz zeigen, so war es in diesem Falle doch angebracht, da man für die dunkelbraune Farbe, die die Zähne unter der Lampe zeigten, eine kontrastierende Unterlage dringend brauchte. Vergleichsuntersuchungen auf stumpfer schwarzer Pappe machten wir auch, sie zeigten aber keinen wesentlichen Unterschied.

Um Unterschiede innerhalb der gleichen Fabrikate und den Einfluß der Farbgebung festzustellen, wurden wie bei der Röntgendurchleuchtung bei 5 Fabrikaten ein gleiches Fabrikat, nur mit extremem Farbunterschied unter dem zu vergleichenden Zahn angebracht. (Vergl. Aufstellung bei der Röntgendurchleuchtung.)

Wesentliche Unterschiede sind in der Hauptsache nur an den ersten 5 Zähnen festzustellen, die der Reihe nach beschrieben werden sollen:

1. Natürlicher Zahn: Der Schmelz sieht matt weiß, man kann sagen beinfarben, aus, während die Wurzel eine hellblaue Luminescenz von außerordentlicher Brillanz zeigt. Kariöse Stellen sind tief braun.

2. Saxo-Goldzahn der Firma Hutschenreuther: Er weicht von den übrigen Fabrikaten weit ab und zeigt unter der Hanaulampe eine hellzeisiggrüne Farbe, die leicht ins Gelb überspielt. Nach dem Halse zu geht die Farbe in ein schmutziges Grün über. Dieser Zahn besitzt den weitaus hellsten Ton sämtlicher untersuchten künstlichen Zähne. Betrachtet man die Rückseite, so zeigt das erste Drittel von der Schneidekante aus die gleiche Färbung wie die Frontseite. Knapp unterhalb der Krampons beginnt dann scharf abgesetzt die schmutziggrüne Färbung entsprechend dem Halse der Frontseite, die sich bis zum Halse fortsetzt. Seitenansicht entsprechend dem „deutschen Typ".

2a. Der gleiche Zahn nur von dunklerer Farbe: Er besitzt ein kräftigeres Grün. Nach dem Halsteil zu beginnt scharf abgesetzt eine tief braunviolette Farbe. Seitenansicht wie bei 2.

3. Ramco-Goldknopfzahn (Ramsperger): Er zeigt eine durchweg schmutziggrüne Farbe, einen Ton dunkler als der Saxo-Goldzahn. Im ganzen ist der Zahn matter und wird nach dem Zahnhalse zu nur wenig dunkler. Die Rückseite zeigt sich von der Schneidekante aus bis knapp unterhalb der Krampons hell, gleich dem unteren Teil der Frontseite und geht dann über in eine dunklere Färbung, gleich dem Hals der Frontseite, Seitenansicht auch ähnlich dem deutschen Typ.

4. Saxo-Edelzahn (Hutschenreuther): Dieser zeigt ein noch dunkleres Grün als der Ramcozahn, das nach dem Halse zu in ein sammetartiges Violett ausläuft. Auf der Rückseite ist das untere Drittel von der Schneidekante aus schmutziggrün. Kurz unterhalb der Krampons beginnt dann scharf abgesetzt die sammetviolette Färbung. Die Farbgrenzen verlaufen wie bei Nr. 2.

5. Vitazahn (Hiltebrandt): Er zeigt als letzter eine Grünfärbung, und zwar das gleiche Grün wie der Saxo-Edelzahn, nur geht hier die Farbe an der Schneidekante ins Violette über (dieses Violett ist aber etwas heller, als das am Halse von Nr. 4) und der Zahnhals bleibt gleichmäßig grün. Die Seitenansicht, die hier etwas vom Schema abweicht, läßt sich wohl aus der gegebenen Beschreibung der Front- und Rückseite erklären.

Eine helle Steelefacette, die nun folgt, zeigt keine Spur einer Grünfärbung, die auch sämtlichen folgenden Zähnen fehlt. Sie hat eine schmutzigviolette Farbe mit einem graubraunen Unterton. Eine dunklere Steelefacette zeigt einen tiefbraunen Ton. Das violette Licht der Lampe spiegelt sich stets etwas auf den darunter befindlichen Materialien, so daß es sehr oft schwer fällt, den Grundton deutlich zu erkennen.

Die nun folgenden Zähne zeigen alle den mehr oder weniger braunen Grundton, der vom Grauglasigen bis ins tiefe Schwarzbraun übergeht. Im allgemeinen sind höhergebrannte Zähne unter der Hanaulampe dunkler, wenn man Zähne mit bei Tageslicht gleicher Farbe beleuchtet. Der Versuch, die einzelnen Farbtöne genau zu beschreiben, erwies sich wegen der großen Unterschiede innerhalb der gleichen Fabrikate als praktisch wertlos.

Um festzustellen, inwieweit auch unter den grünluminescierenden Zähnen Unterschiede vorhanden sind, wurde ein Farbring der Firma Hutschenreuther untersucht. Es fanden sich alle möglichen Farbkombinationen, doch ist stets ein grüner Farbton mit wenigen Ausnahmen zu finden. Nur bei den Farben 22, 23, 25 fehlt er scheinbar ganz.

Daß der Zahn aus 2 Massen gebrannt ist, ist mit dieser Methode leicht zu sehen. Die Farbgrenzen verlaufen ziemlich gleich, alle ähnlich wie in der Skizze des „deutschen Typ" angedeutet, doch manchmal mehr abgerundet oder leicht verschoben. Das Grün und Braun ist oft vertauscht, teils zeigt sich am Halsteil der Hauptanteil der Grünfärbung, teils am Schneidekantenteil. Es ist kaum möglich, eine einigermaßen entsprechende Farberklärung zu geben, da zu viele Nuancen

anzutreffen sind. Die Farben spielen vom Hellgelbgrün bis zum schmutzigen Dunkelviolett. Die grüne Farbe scheint schwächer zu werden, wenn der Zahn mehr blauen Farbstoff enthält. Bei den Zähnen, die eine einheitliche Luminescenz zeigen, können die einzelnen Schichten nicht unterschieden werden.

Wie Herr Dr. Hiltebrandt uns liebenswürdigerweise mitteilte, ist bei dem Vitazahn nur bei den Farben 22, 23 und 24 diese Luminescenzerscheinung zu finden und soll auf einem geringen Urangehalt beruhen.

Um festzustellen, welchem Bestandteil des Zahnes diese grüne Luminescenz zuzuschreiben ist, schmolzen wir einige Metalloxyde mit Glas zusammen und untersuchten sie unter der Haunaulampe.

1. Kobaltoxyd,
2. Zinkoxyd,
3. Kupferoxyd,
4. Eisenoxyd,
5. Chromoxyd.

Von diesen Metalloxyden zeigten nur das Zinkoxyd und das Kupferoxyd Luminescenzerscheinungen. Das Zinkoxyd strahlte hellgelb mit einem grünlichen Schimmer. Eine Färbung, die etwas heller war als die des hellsten grünluminescierenden Zahnes. Das Kupferoxyd zeigte in Glas eingeschmolzen eine gelblich-schmutzigbraune Luminescenz. Bei dem Versuch, Zinkoxyd mit Kobaltoxyd in Glas zusammenzuschmelzen, um das sogenannte Rinmannsgrün zu erzeugen, konnten wir keine Luminescenzerscheinung des Zinkoxydes mehr wahrnehmen.

Uranoxyd konnte leider nicht beschafft werden, so daß nur einige Uranerze unter der Lampe betrachtet werden konnten. Es zeigte sowohl der Uranocker 8 $UO_3 CaO_2 SiO_3$ 25 H_2O, wie das Uranpecherz $(UO_4)_2 (UPbO_2)$ keine besondere Luminescenz. Beide Erze hatten die gleiche Färbung, wie sie meist bei Körpern ohne besondere Luminescenzerscheinungen angetroffen wird, nämlich vom Blau- bis Schwarzviolett. Nur im Uranocker waren blasse grüne Streifen zu beobachten. Da bekannt ist, daß Uranglimmer eine kräftige grüne Luminescenz zeigt, ist anzunehmen, daß das zum Färben benutzte Uranoxyd im Zahn durch den Brennprozeß zu Uransilikat geworden ist. Die grünen Streifen im Uranocker werden wohl auch auf das Uransilikat zurückzuführen sein.

Wahrscheinlich werden eine Reihe von Metalloxyden durch den Brennprozeß in Silikate übergehen. Wenn z. B. das

an sich schwarze Kupferoxyd, mit Glas zusammengeschmolzen, dasselbe blau färbt, ohne die Durchsichtigkeit zu beeinflussen, so läßt auch diese Erscheinung auf eine Silikatbildung schließen.

Die Gelbfärbung der Zähne wird zum Teil durch Titanoxyd erzeugt, und das Rutil TiO_2 soll heute am häufigsten Verwendung finden. Dieses zeigt unter der Lampe keine besondere Luminescenz. Von anderen titanhaltigen Mineralien untersuchten wir noch Titanit $CaTiSiO_5$, das auch im Tageslicht grün aussieht, und das Brookit TiO_2, die beide in dünnen Schichten schwachgrün luminescierten. Arkansit TiO_2 und Anatas TiO_2 zeigten keine besondere Luminescenz.

Es ist also sehr leicht möglich, daß bei allen grünluminescierenden Zähnen die Luminescenz auf einen Urangehalt zurückzuführen ist. Doch ist die Möglichkeit, daß diese Luminescenz durch Beigaben von Zinkoxyd oder Kombinationen von Metalloxyden entsteht, nicht von der Hand zu weisen.

Feldspat, Quarz und Kaolin wurden auch unter der Hanaulampe untersucht. Der Feldspat zeigte sich sammetviolett, Kaolin, das ebenfalls im wesentlichen violett aussieht, ist durch einen beigemengten braunen Ton gut von Feldspat zu unterscheiden. Quarz sieht direkt schokoladenbraun aus.

Ein Preßling der Firma Saxonia zeigte einen matten gelben Schimmer. Es sieht etwa so aus, wie fein verteiltes Zinkoxyd unter der Hanaulampe.

Will man die Zähne oder sonstiges Material unter der Lampe photographisch wiedergeben, so ist die Verwendung von Quarzobjektiven nicht notwendig. Es ist im Gegenteil sogar davon abzuraten, da ja nur die von dem Körper ausgesandten langwelligen Strahlen vom Auge wahrgenommen werden. Nur diese werden auf der photographischen Platte ein einigermaßen entsprechendes Bild ergeben.

Eine Untersuchung im monochromatischen Licht zeigt, daß ein Gelbfilter die Farben unterstreicht, ein Blaufilter die Farben mehr verschwinden läßt. Statt eines Blaufilters wurden auch Zähne mit einem dünnen hellblauen Spirituslack bestrichen, worauf deutlich eine Grünfärbung zu Tage trat. Ein Beweis, daß tatsächlich gelbe Farbstoffe im Zahn enthalten sind. Das Verschwinden der Farbtöne unter dem Blaufilter zeigt deutlich den Gehalt an blauen Farbstoffen. Unterschiede zwischen den einzelnen Fabrikaten konnten bei den Untersuchungen im monochromatischen Licht nicht festgestellt werden.

Eine Nachstrahlung der künstlichen Zähne war auch nicht nachzuweisen. Der Versuch wurde folgendermaßen ausgeführt: Die Zähne, auf schwarzer Pappe montiert, wurden in eine Kamera gebracht und nahe unterhalb der Kassettenführung so befestigt, daß die Zähne nach der nachher einzuführenden Platte gewandt waren. Nachdem sie eine Stunde der prallen Sonne ausgesetzt waren, wurde die Kassette eingeschoben und eine Stunde lang offen gelassen. Die nachfolgende Entwicklung konnte keinerlei Lichtspuren nachweisen.

Zusammenfassung.

Es ist bis jetzt noch nicht möglich, alle auf dem Markt befindlichen Fabrikate mit unbedingter Sicherheit auseinanderzuhalten. Doch ist man mit Hilfe der beschriebenen Untersuchungsmethoden immerhin in der Lage, die Herkunft eines recht erheblichen Teiles der vorhandenen Fabrikate zu bestimmen.

Sind die zu untersuchenden Zähne mit irgendwelchen Signaturen versehen, so ist ihre Erkennung natürlich ein Leichtes. Aber auch die Methode des Beschreibens mit Graphit oder Aluminium wird, wenn durch sie der Aufbau des Zahnes (ob ein zusammengesetzter „deutscher Typ“ oder einheitlicher „englischer Typ“ vorliegt) nachzuweisen ist, besonders auch durch Vergleichsuntersuchungen in Bezug auf die Oberflächenbeschaffenheit, Wesentliches zur Erkennung beitragen.

Findet man unter der Hanaulampe die beschriebene Grünfärbung, so deutet dies auf die Firmen Hutschenreuther, Ramsperger oder Hiltebrandt hin. Erscheint ein Zahn extrem dunkel unter der Lampe, so kann man, besonders wenn die Färbung, bei Tageslicht betrachtet, nicht zu dunkel ist, dies als ein Zeichen für eine hohe Brenntemperatur annehmen. Hier werden besonders Vergleichsuntersuchungen mit Zähnen, die bei Tageslicht ähnliche Farben haben, gute Resultate ergeben. Nicht zuletzt wird die Feststellung der Lage und Art der Stiftverankerung von Bedeutung sein.

Eine Kombination dieser Untersuchungsmethoden wird sicherlich oft den richtigen Weg zeigen.

Zum Schlusse dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Aufgabe, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Moral, für die Überlassung des Themas, sowie für die vielen, diese Arbeit betreffenden Anregungen, meinen ergebensten Dank auszusprechen. Auch sei mir erlaubt, Herrn Professor v. Wasielewski an dieser Stelle für die zu den Untersuchungen zur Verfügung gestellte Hanaulampe ergebenst zu danken.

Literaturverzeichnis.

Bach: Handbuch der Zahnersatzkunde. 1. Bd. Berlin (1918).
Hentze: Über künstliche Zähne und ihre Brauchbarkeit. Zahnärztliche Rundschau (1924), Nr. 9 und 10.
Irvin: Künstliche Zähne vor 100 Jahren. Correspondenzblatt für Zahnärzte (1895), p. 232.
Markuse: Die Fabrikation des künstlichen Porzellanzahnes. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde (1925), S. 339.
Moral: Untersuchungen an künstlichen Zähnen. Zeitschrift für zahnärztliche Materialkunde und Metallurgie (1928).
Schröder, Willy: Über die feinere Struktur künstlicher Zähne. Correspondenzblatt für Zahnärzte (1920).

Lebenslauf.

Am 18. Oktober 1906 wurde ich als Sohn des praktischen Zahnarztes Hans Reimar Witt zu Darmstadt geboren. Ostern 1925 legte ich auf dem Realgynasium zu Darmstadt die Reifeprüfung ab. Ich studierte darauf Zahnheilkunde in München, Freiburg und Rostock und bestand am Ende des Wintersemesters 1928/29 das zahnärztliche Staatsexamen in Rostock. Seitdem studierte ich Medizin an der Universität Rostock.